

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Patent Number: JP2176625
Publication date: 1990-07-09
Inventor(s): KOIKE YOSHIRO; others: 03
Applicant(s): FUJITSU LTD; others: 01
Requested Patent: ☐ JP2176625
Application Number: JP19880329390 19881228
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/133; G09G3/18
EC Classification:
Equivalents: JP2548979B2

Abstract

PURPOSE: To easily make a gradational display by enclosing a liquid crystal which has negative dielectric constant anisotropy between substrates where orienting films which perform vertical orienting operation are formed at least on electrodes.

CONSTITUTION: This display device is provided with the transparent substrates 1 and 2, the electrodes 3 and 4 for displaying, the orienting films 5 and 6, a switching element 8, and the liquid crystal 7 which has the negative dielectric constant anisotropy. Then when a voltage V for displaying which is applied between the display electrodes 3 and 4 is 0V, the orienting films 5 and 6 orient the liquid crystal 7 vertically. Further, when V1 is applied as the voltage V for displaying, a part of the liquid crystal 7 rotates in a horizontal direction and when the voltage V for displaying is raised to V2 (>V1), the liquid crystal between the electrodes 3 and 4 rotates almost in the horizontal direction. Namely, the liquid crystal orientation state changes continuously corresponding to the voltage for displaying. Consequently, the gradational display is facilitated.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-176625

⑬ Int. Cl.³

G 02 F 1/133
G 09 G 3/18

識別記号

5 0 0

庁内整理番号

8806-2H
8621-5C

⑭ 公開 平成2年(1990)7月9日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 11 頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示装置

⑯ 特 願 昭63-329390

⑰ 出 願 昭63(1988)12月28日

⑱ 発 明 者 小 池 善 郎 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 望 月 昭 宏 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 遠 山 嘉 一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 小 林 駿 介 東京都練馬区西大泉 3 丁目13番40号
⑲ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑲ 出 願 人 小 林 駿 介 東京都練馬区西大泉 3 丁目13番40号
⑲ 代 理 人 弁 理 士 柏 谷 昭 司 外 1 名

明 細 書

1 発明の名称

液晶表示装置

2 特許請求の範囲

対向配置した透明基板(1、2)と、該透明基板(1、2)上に形成した表示用電極(3、4)と、少なくとも該表示用電極(3、4)上に形成した配向膜(5、6)と、該配向膜(5、6)により分子配向が制御された液晶(7)と、前記表示用電極(3、4)間に表示用の電圧を印加する為のスイッチング素子(8)とを有する液晶表示装置に於いて、

前記液晶(7)は、負の誘電率異方性を有し、且つ該液晶(7)の屈折率異方性 Δn と、該液晶(7)を注入するギャップ長 d との積を、 $\Delta n \cdot d = (m + \frac{1}{2}) \times (0.5 \sim 0.6)$ (但し、 m は整数)とし、

前記配向膜(5、6)は、前記液晶(7)の分子配向を、電圧無印加時に少なくとも前記表示電極(3、4)上に於いて垂直配向状態とし、電圧

印加時に水平一方向の配向状態に変化させる構成とした

ことを特徴とする液晶表示装置。

3 発明の詳細な説明

(概要)

薄膜トランジスタ等のスイッチング素子を画素対応に設けたアクティブマトリクス型の液晶表示装置に関し、

視角特性を改善することを目的とし、

対向配置した透明基板と、該透明基板上に形成した表示用電極と、少なくとも該表示用電極上に形成した配向膜と、該配向膜により分子配向が制御された液晶と、前記表示用電極間に表示用の電圧を印加する為のスイッチング素子とを有する液晶表示装置に於いて、前記液晶は、負の誘電率異方性を有し、且つ該液晶の屈折率異方性 Δn と、該液晶を注入するギャップ長 d との積を、 $\Delta n \cdot d = (m + \frac{1}{2}) \times (0.5 \sim 0.6)$ (但し、 m は整数)とし、前記配向膜は、前記液晶の分子配向を、電圧無印加時に少なくとも前記表示電極上に於

いて垂直配向状態とし、電圧印加時に水平一方向の配向状態に変化させる構成とした。

(産業上の利用分野)

本発明は、薄膜トランジスタ等のスイッチング素子を画素対応に設けたアクティブマトリクス型の液晶表示装置に関するものである。

画素対応に薄膜トランジスタ(TFT)等のスイッチング素子を設けたアクティブマトリクス型の液晶表示装置は、任意の画素を任意の印加電圧で選択駆動できるから、高表示品質が得られる利点がある。更に、カラーフィルタを設けることにより、容易にフルカラー化が可能となり、小型のカラーテレビジョンに適用されている。しかし、視角特性が充分でないので、その改善が要望されている。

(従来の技術)

従来例の液晶表示装置に於いては、TN(ツイステッド・ネマチック)液晶が比較的多く使用されている。このような液晶表示装置に於いては、例えば、第9図に示すように、対向配置した基板

の中の下基板の配向膜を実線矢印の方向にラビングした場合、それと直交するように、上基板の配向膜を点線矢印方向にラビングして、液晶の分子配向を90度ツイストさせ、両側に配置する偏光板の偏光軸を二重実線矢印と二重点線矢印で示すように直交して配置するものである。このような直交ニコルの場合はノーマリホワイトとなる。又偏光軸を平行に配置する平行ニコルの場合はノーマリブラックとなる。

平行ニコルの場合の液晶の屈折率異方性 Δn とこの液晶を封入するギャップ長 d との積、 $\Delta n \cdot d$ により透過率が異なるものとなり、例えば、第10図に示す特性となる。即ち、 $\Delta n \cdot d \approx 0.5$ 、1.0、1.5・・・の条件に於いて透過率が最小となるが、 $\Delta n \cdot d$ の値が大きくなるに従って視角特性及び応答特性が劣ることになる。従って、通常は、 $\Delta n \cdot d \approx 0.5$ となるようにギャップ長 d を選択することになる。その場合の視角特性を第11図に示す。即ち、左右方向の視角特性は点線曲線で示すように中心から±20度の位置に於

3

いてコントラストが70%程度以下に低下し、上下方向の視角特性は実線曲線で示すように、左右方向の視角特性に比較して更に低いものとなる。

この場合、 $\Delta n \cdot d$ を0.5以下にすれば、視角特性は第11図に示す場合より改善されるが、第10図からも判るように、透過率特性が低下し、所望のコントラストが得られないものとなり、又白黒表示の場合に色付表示となる場合が生じる。

更に小さい $\Delta n \cdot d$ により白黒表示を可能とする液晶モードとして、強誘電性液晶が知られている。例えば、第12図に示す複屈折型の場合、基板61、62に形成した電極63、64間に液晶68を封入し、両側に偏光板65、66を配置して、電極63、64間に表示用電圧67を印加するものであり、複屈折効果により常光と異常光とが干渉し、表示用電圧を電極63、64間に印加して分子の配向方向を変化させると干渉条件が変わり、白黒の表示を行わせることができる。

又液晶68の分子配向を右側に示すように出射側の偏光板65の偏光軸方向(実線矢印)とし、

入射側の偏光板66の偏光軸方向(点線矢印)とすると、表示用電圧67を印加しない時は暗状態となり、表示用電圧67を印加して液晶分子の配向方向を変化させると、明状態となる。

又第13図に示すゲストホスト型の場合は、基板71、72に形成した電極73、74間に2色性の色素を混合した液晶77を封入し、基板71の外側に偏光板75を配置し、電極73、74間に表示用電圧76を印加するものであり、その場合の液晶77は、液晶分子77aと色素分子77bとからなり、この色素分子77bは、右側に示すように、液晶分子77aに平行に配向する性質があり、電界印加により液晶分子77aの配向を変化させると、色素分子77bの配向方向も変化し、色素分子77bの配向方向によって着色したりしなかったりすることになるから、表示用電圧76の印加により表示を行うことができる。

又偏光板75の偏光軸を実線矢印方向とした時に、表示用電圧76を印加しない場合は暗状態となり、表示用電圧76を印加して液晶77の分子

4

5

6

配向方向を変化させると、明状態となる。

(発明が解決しようとする課題)

前述のように、従来例のTN液晶を用いた液晶表示装置は、 $\Delta n \cdot d$ を小さくして視角特性を改善しようとしても、透過率特性が低下するから、0.5以下に小さくすることは困難である。

又第12図及び第13図に示す強誘電性液晶を用いた従来例に於いては、視角特性が優れているものの、双安定状態を利用して表示を行う為、階調表示が困難であり、更に機械的な衝撃に弱く、安定な表示が困難であるという欠点がある。

本発明は、視角特性を改善することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

本発明の液晶表示装置は、TFE等のスイッチング素子を設けたアクティブマトリクス型の液晶表示装置であり、第1図を参照して説明する。

対向配置した透明基板1、2と、この透明基板1、2上に形成した表示用電極3、4と、少なくとも表示用電極3、4上に形成した配向膜5、6

と、この配向膜5、6により分子配向が制御される液晶7と、表示用電極3、4間に表示用の電圧を印加する為のTFE等のスイッチング素子8とを有する液晶表示装置に於いて、液晶7は、負の誘電率異方性を有し、この液晶7の屈折率異方性 Δn と、この液晶7を注入するギャップ長 d との積を、 $\Delta n \cdot d = (m + 1/2) \times (0.5 \sim 0.6)$ とし、配向膜5、6は、液晶7の分子配向を、電圧無印加時に少なくとも表示電極3、4上に於いて垂直配向状態とし、電圧印加時に水平一方向の配向状態に変化させる構成としたものである。

(作用)

第1図に於ける液晶の分子は誇張して示すものであり、表示用電極3、4間に印加する表示用の電圧 V を0とした時(電圧無印加時)に、配向膜5、6により、液晶7は左側に示すように垂直配向状態となっており、表示用の電圧 V を V_1 とすることにより、中央部に示すように一部の液晶7は水平一方向に回転し、更に表示用の電圧 V を高くして V_2 ($> V_1$)とすることにより、右側

7

8

に示すように電極3、4間の液晶は殆ど水平一方向に回転する。即ち、表示用電圧に対応して液晶配向状態が連続的に変化するから階調表示が可能となる。

又液晶7を垂直配向状態とし、表示用電圧 V を印加することにより、水平面内の一方向に配向方向が変化するようにし、偏光板の偏光軸をこの一方向に対して45度傾斜させ、且つ直交ニコルとした場合、透過光強度 I が

$$I = I_0 \sin^2 (\pi \cdot \Delta n' \cdot d / \lambda)$$

となる。ここで、 $\Delta n'$ は液晶分子の変形の程度に応じて最大の Δn (液晶分子本来の屈折率異方性)まで変化する実効的な屈折率異方性であり、 λ は光の波長である。従って、液晶分子が完全に水平方向に変化した場合に $\Delta n' \rightarrow \Delta n$ となり、この時の透過率を最大とするように、ギャップ長 d を選定すれば、即ち、 m を任意の整数、 λ を光の波長として、 $\Delta n \cdot d = ((1/2) + m) \lambda$ とすれば良いことになり、表示用電圧印加により白となる。又平行ニコルとすれば、表示用電圧印

加により黒となる。又 $m = 0$ とすると、 $\Delta n \cdot d = \lambda/2$ となるから、従来例のTN液晶を用いた場合の最小値の $\Delta n \cdot d = \lambda$ に比較して、 $1/2$ とすることができる。

又視角特性は、 $\Delta n \cdot d$ を小さくするに従って改善されるものであり、前述のように $\Delta n \cdot d$ を従来例に比較して $1/2$ とすることにより、視角特性を改善することができる。

(実施例)

以下図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。

第2図は本発明の実施例の断面図であり、11、12はガラス等の透明基板、13、14はITO等の透明の電極、15、16は配向膜、17は液晶、18はTFE(薄膜トランジスタ)、19、20は偏光板、Gはゲート、Dはドレイン、Sはソースを示す。

スイッチング素子を構成するTFE18は、直交配置し、交点は相互に絶縁されたデータバスラインとスキャンバスライン(図示せず)の交点に

9

10

配置され、TFT18のドレインDがデータバスラインに、ゲートGがスキャンバスラインにそれぞれ接続され、ソースSが表示用の電極14に接続されている。

又液晶17は負の誘電率異方性を有するものを用いるものである。一般に液晶は、シッフ基、アゾ基、アゾキシ基、エステル基等を中央基とし、ベンゼン環を介してアルキル基、アルコキシ基、シアノ基等が結合されているものであり、この中のシアノ基を持たない液晶の大部分が負の誘電率異方性を有するものである。このような負の誘電率異方性を有する液晶としては、例えば、アルキル・シクロヘキシル・カーボニトリル系（メルク社製）の液晶が知られている。

又配向膜15、16は、垂直配向作用を有する例えばシランカップリング剤等を添加して用いるものであり、液晶分子を特大化して示すように、電極13、14間に電圧を印加しない時に垂直配向状態とするものである。又電極13、14間に電圧を印加した時に、水平面内の同一方向に液晶

分子の配向方向が変化するように、若干の水平配向作用を持たせているものである。この同一方向の水平配向作用はラビング処理により得ることができるものであり、対向配置した透明基板11、12上の配向膜15、16に於けるラビング方向は反対方向とするものである。

又透明基板11、12の外側に、偏光板19、20を配置し、配向膜15、16に於けるラビング方向に対して偏光軸を45度傾斜させ、直交ニコル或いは平行ニコルとするものである。

前述のような構成の液晶表示装置に於いて、スキャンバスラインを順次選択してスキャンパルス印加し、それと同時にデータバスラインに表示情報に従った表示用電圧を印加すると、スキャンパルスがゲートGに印加されたTFT18がオン状態となり、データバスラインに印加された表示用電圧は、オン状態のTFT18のドレインDからソースSを介して電極14に印加され、対向する電極13を例えば接地すれば、電極13、14間に表示用電圧が印加され、その電圧値に対応し

11

て液晶分子の配向方向が垂直から水平方向に変化するから、階調表示も可能となる。

例えば、第3図(a)に示すように、直交ニコルの場合の偏光板19、20の偏光軸が直交し、液晶17の分子は紙面と垂直に配向されており、透過光はほぼ零である。そして、電極13、14間に電圧を印加すると、(a)に示すように、偏光板19、20の偏光軸に対して45度の方向に液晶17の分子が紙面と水平となる方向に回転する。それによって、透過光は最大となる。

前述の配向膜15、16を、例えば、ポリビニールアルコール3wt%の水溶液に、垂直配向作用のあるシランカップリング剤（オクタデシルジメチルアンモニウムクロライド）を1wt%添加して、電極13、14を含む全面にスピンコートし、160℃で処理した後、ラビング処理を施して形成した。このラビング処理は、前述のように、透明基板11側の配向膜15と、透明基板12側の配向膜16とに於いて反対方向とするものである。その場合のブレチルト角を光学的に測定し

12

たところ、約85度であった。

このような配向膜15、16を有する透明基板11、12間に、エステル系とエタン系とを主成分とする液晶を注入した。この混合液晶の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ は-2、屈折率異方性 Δn は0.05であった。そして、 $\Delta n \cdot d = 0.275$ となるように、ギャップ長 d を5.5 μm に設定した。

この液晶表示装置の視角特性は、第4図に示すものとなった。即ち、左右方向の視角特性と上下方向の視角特性とは類似したものとなり、且つ第11図に示す従来例の視角特性と比較すれば明らかのように、視角特性が改善されている。

又透過率特性は、第5図の点線曲線Aに示すものとなり、実線曲線Bで示す従来例の特性に比較して傾斜が緩くなり、階調表示が容易であることが判る。即ち、従来例に於いては、 ΔV の電圧で明状態から暗状態に変化し、本発明の実施例に於いては、 $\Delta V'$ で明状態から暗状態に変化する。従って、 $\Delta V < \Delta V'$ であるから、階調表示の為の電圧の設定が容易となる。

13

14

従来例のTN液晶を用いた場合と、本発明の実施例の負の誘電率異方性の液晶を用いた場合とに於ける比較特性を第1表に示す。

第 1 表

	従来例	本発明の実施例
比抵抗	$\sim 10^{11} \Omega \text{ cm}$	$> 10^{12} \Omega \text{ cm}$
書込効率	$\sim 90\%$	$\sim 100\%$
ラビング時の静電気	$\sim 100 \text{ V}$	$< 10 \text{ V}$
像の焼付	15分で発生	1Hで発生せず

液晶の比抵抗は、表示用電圧を効率良く液晶に印加する為に大きいことが望ましいものであり、本発明の実施例に於いては、従来例に比較して1桁大きい比抵抗となった。又書込効率は、液晶に印加される実効電圧の表示用電圧に対する割合であり、本発明に於いては、表示用電圧の総てが実効電圧となる。又ラビング時の静電気は小さい方が望ましいものであり、本発明の実施例に於いては水平配向作用を僅か生じさせる為であるから、弱いラビングで済むことになり、それによって、

15

第6図(a)、(b)は本発明の第1の実施例の配向膜の製造方法の説明図であり、(a)に示すように、透明基板31上に表示用の電極32を形成する。この電極32は、第2図に於ける電極13、14に対応するものである。この電極32を含む全面に垂直配向作用を有する配向膜33を形成し、(b)に示すようにラビングブラシ34等により1方向にラビングする。それによって、液晶分子は、垂直配向となると共に、電圧印加時にラビング方向に従った水平一方向に回転する方向が定まり、均一でコントラストの高い表示が可能となる。

第7図(a)～(c)は本発明の第2の実施例の配向膜の製造方法の説明図であり、(a)に示すように、透明基板41上に表示用の電極42を形成し、この電極42を含む全面にポリイミド等の水平配向作用を有する配向膜43を形成する。そして、(b)に示すように、ラビングブラシ44等により1方向にラビングし、次に(c)に示すように、配向膜43上に垂直配向作用を有する前述のシランカップリング剤等からなる配向膜45を形成する。この場

17

10V前後の低い値となるから、TFT18の静電破壊防止の点から有利となる。

又像の焼付は、一定の表示パターンを連続して表示した場合に、画面切替時に於いてそのパターンが残像として残るか否かの性能であり、液晶の $\Delta\epsilon/\epsilon$ に依存し、本発明の実施例に於いては、1時間(1H)以上経過しても残像となることはなかった。

前述のような点から、液晶17の屈折率異方性 Δn と、液晶17を注入するギャップ長 d との積の $\Delta n \cdot d$ を、 $0.25 < \Delta n \cdot d < 0.3$ の範囲とすることが好適であった。

又 m を任意の整数、 λ を光の波長として、 $\Delta n \cdot d = (m + \frac{1}{2}) \times 0.55$ となるように設定することが好適であった。従って、 $m = 0$ とすると、 $\Delta n \cdot d = 0.275$ となり、前述の実施例の場合の条件となる。従って、本発明に於いては、屈折率異方性 Δn とギャップ長 d との積を、 $\Delta n \cdot d = (m + \frac{1}{2}) \times (0.5 \sim 0.6)$ の範囲とするものである。

16

合は、垂直配向作用を有する配向膜45により液晶分子は垂直配向となり、配向膜43による水平配向作用により、電圧印加時の液晶分子の水平配向方向が規制されるものとなる。

第8図は本発明の第3の実施例の配向膜の配置説明図であり、51はスキャンバスライン、52はデータバスラインであり、直交配置された交点は図示を省略した絶縁層により絶縁されている。又53はゲートG、ドレインD、ソースSからなるTFT、54は表示用の電極、55は垂直配向作用を有する配向膜である。この垂直配向作用を有する配向膜55を、電極54上にのみ形成し、その他の部分は通常の水平配向作用を有する配向膜とすることができる。このような配向膜55を選択的に形成するには、スクリーン印刷やエッチング技術を利用すれば良いことになる。

そして、この配向膜55上の液晶は垂直配向となり、又その周辺の液晶は、配向膜55以外の配向膜のラビング方向に従った方向の水平配向となり、電極54に電圧を印加した時に、垂直配向の

18

液晶は、それに隣接する水平配向の液晶の配向方向に従って変化することになるから、配向膜 5 5 は水平配向の為のラビングを行う必要がないものとなる。

本発明は、前述の実施例にのみ限定されるものではなく、例えば、配向膜についても既に知られている垂直配向作用を有する材料を用いて構成できることは勿論であり、又カラーフィルタを設けてフルカラー表示を行わせることも可能である。又第 2 図又は第 8 図に示す電極配置に於いて、同一の透明基板上のスキャンバスラインとデータバスラインとのうちのデータバスラインを、他方の透明基板上に設けた構成の液晶表示装置に対して本発明を適用することができるものである。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明は、負の誘電率異方性を有する液晶 7 を、少なくとも電極 3、4 上に於いて垂直配向作用を有する配向膜 5、6 を形成した基板 1、2 間に封入したものであり、TFT 等のスイッチング素子 8 を介して電極 3、4 間

に印加する電圧に対応して、液晶分子が連続的に水平一方向に配向方向を変化させるから、印加電圧の選定により階調表示を容易に行わせることができる。

又屈折率異方性 Δn とギャップ長 d との積を、 m を整数として、 $\Delta n \cdot d = (m + \frac{1}{2}) \times (0.5 \sim 0.6)$ の範囲となるように設定するもので、それにより、 $m = 0$ とした場合は、従来例の TN 液晶を用いた場合の $\Delta n \cdot d$ の $1/2$ に選定することが可能となり、それによって視角特性を改善することができる利点がある。

又表示用電圧として、中間レベルの電圧を印加した時に、波長による透過率の差が生じるから、カラーフィルタを用いなくてカラー表示を行うことが可能となる。従って、投写型表示装置として利用することも可能となる。

4 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の原理説明図、第 2 図は本発明の実施例の断面図、第 3 図(a)、(b)は直交ニコルの場合の説明図、第 4 図は本発明の実施例の視角特

1 9

2 0

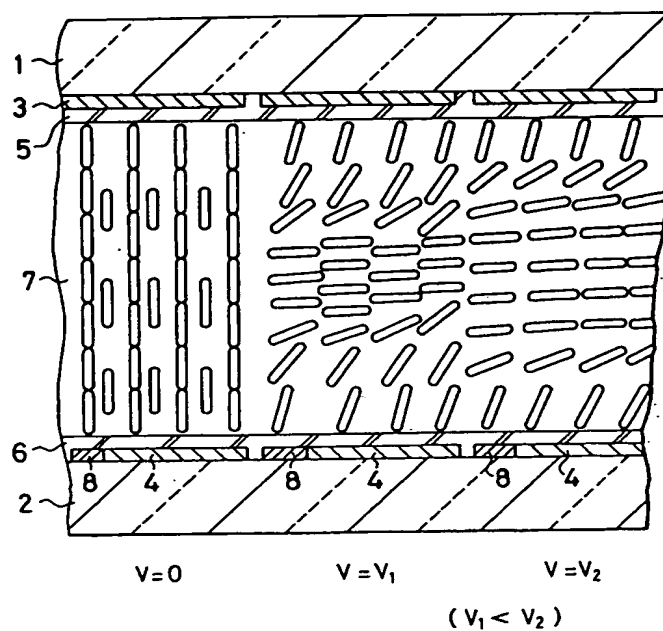
性曲線図、第 5 図は透過率特性曲線図、第 6 図(a)、(b)及び第 7 図(a)～(c)は本発明の実施例の配向膜の製造方法の説明図、第 8 図は本発明の実施例の配向膜配置説明図、第 9 図は従来例の TN 液晶の配向処理方向及び偏光軸の説明図、第 10 図は平行ニコルの場合の $\Delta n \cdot d$ と透過率との関係曲線図、第 11 図は従来例の視角特性曲線図、第 12 図は従来例の複屈折型の説明図、第 13 図は従来例のゲストホスト型の説明図である。

1、2 は透明基板、3、4 は電極、5、6 は配向膜、7 は液晶、8 はスイッチング素子である。

特許出願人 富士通株式会社
(外 1 名)

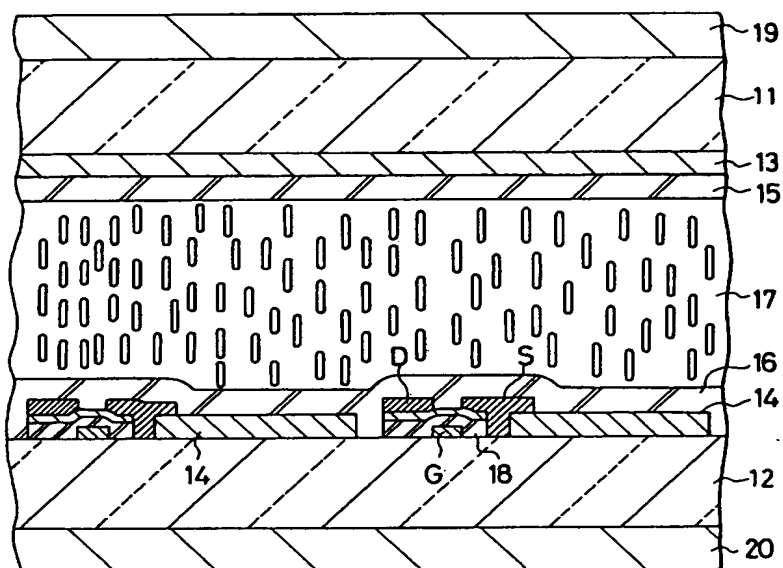
代理人弁理士 柏谷昭司
代理人弁理士 渡邊弘一

2 1



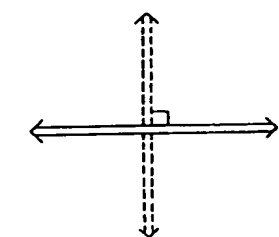
本発明の原理説明図

第 1 図

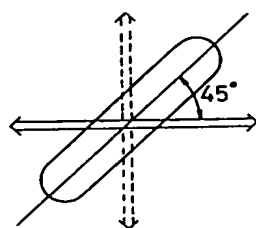


本発明の実施例の断面図

第 2 図



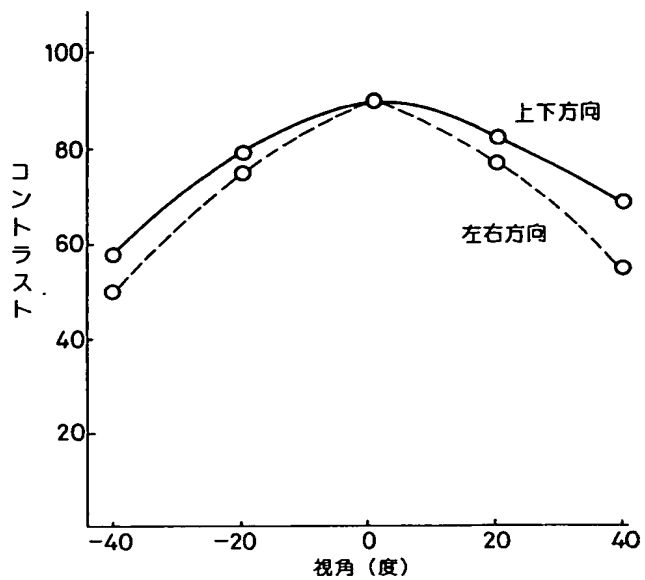
(a) 電圧無印加時



(b) 電圧印加時

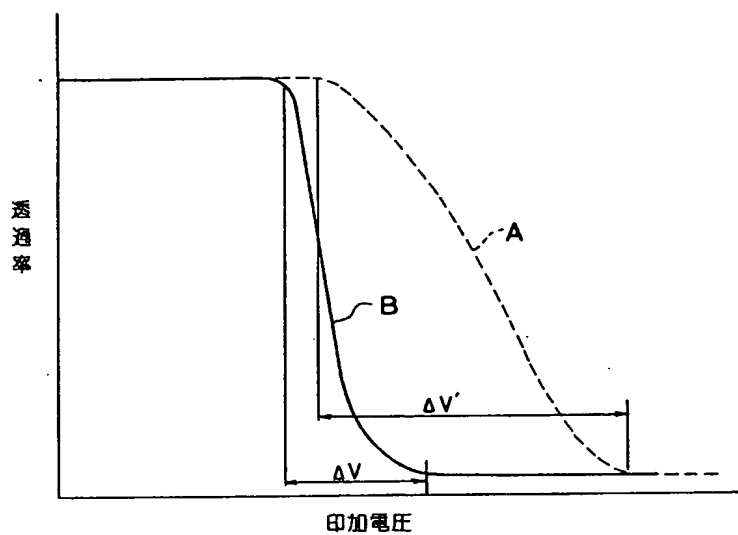
直交ニコルの場合の説明図

第 3 図



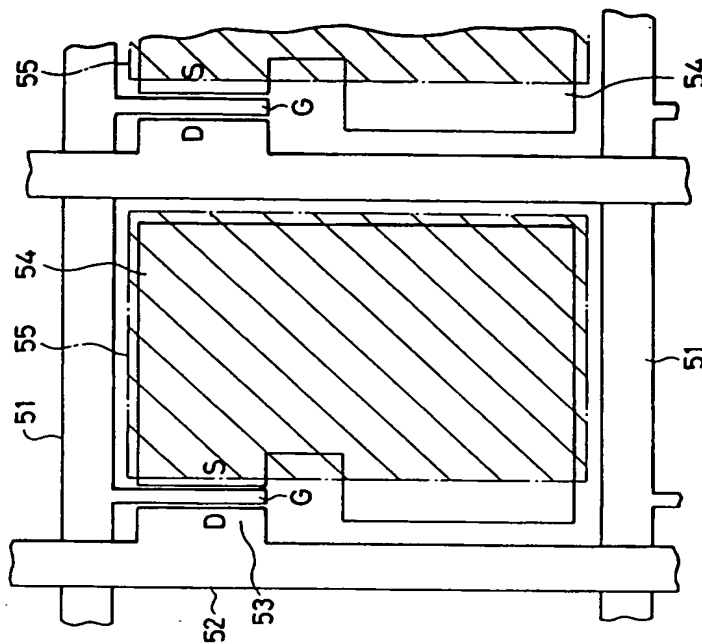
本発明の実施例の視角特性曲線図

第 4 図

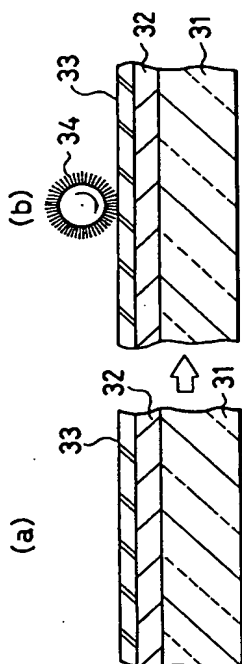


透過率特性曲線図

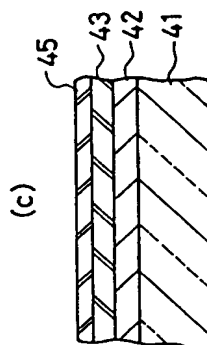
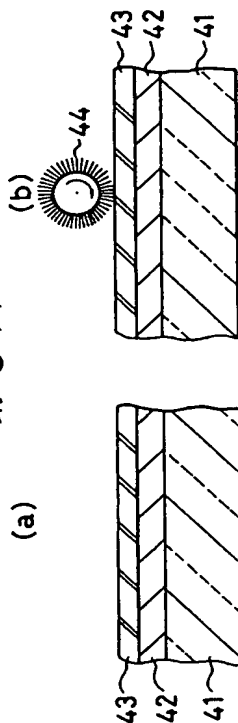
第 5 図



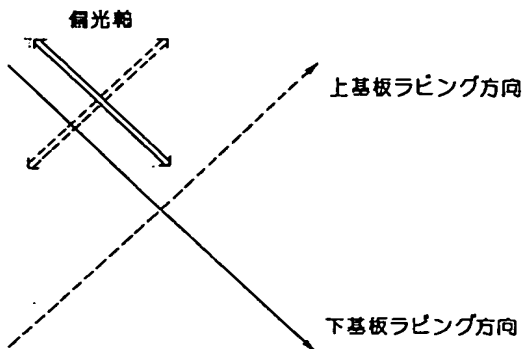
本発明の実施例の配向膜配置説明図
第 8 図



本発明の実施例の配向膜の製造方法の説明図
第 6 図

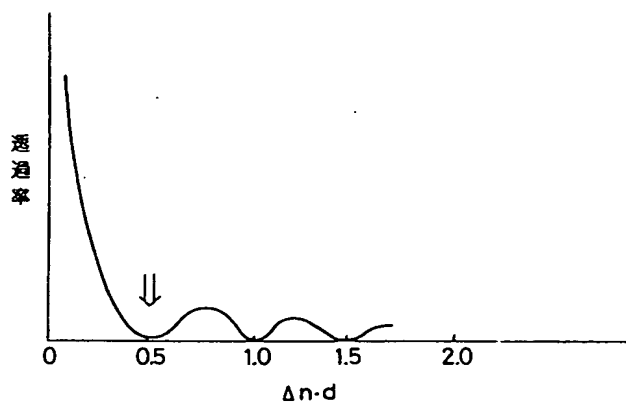


本発明の実施例の配向膜の製造方法の説明図
第 7 図



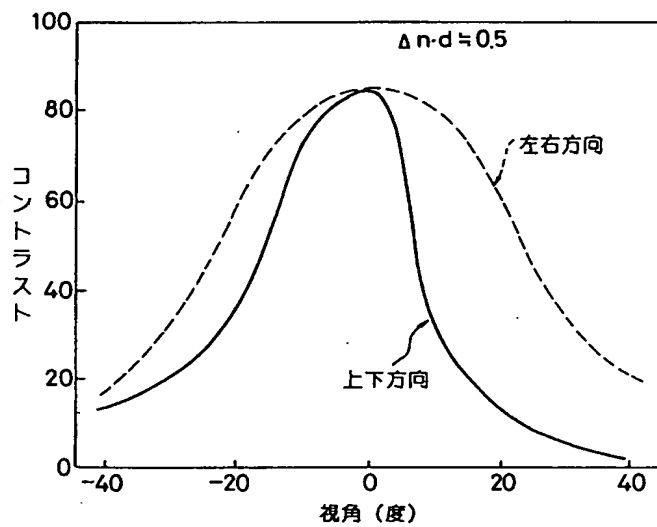
従来例のTN液晶の配向処理方向及び偏光軸の説明図

第9図



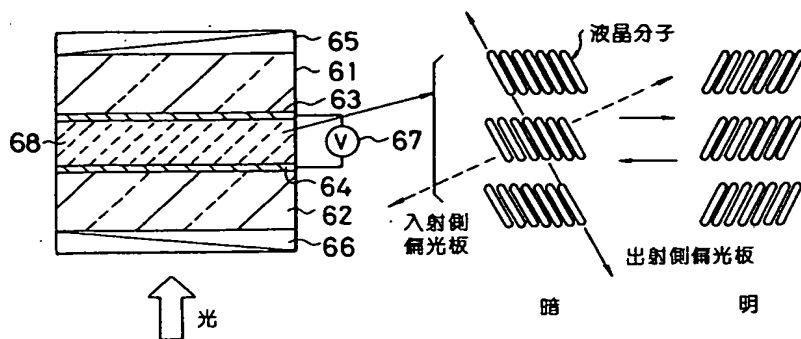
平行ニコルの場合の $\Delta n \cdot d$ と透過率との関係曲線図

第10図



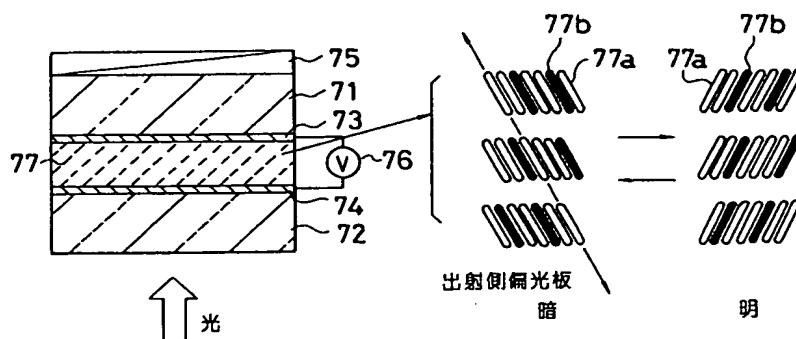
従来例の視角特性曲線図

第11図



従来例の複屈折型の説明図

第12図



従来例のゲストホスト型の説明図

第13図